

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Analýza systémů zásobovací logistiky leteckých údržbových
organizací

Analysis of Logistic Systems in Aircraft Maintenance
Organizations

Student:

David Kopečný

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vojtěch Graf

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **David Kopečný**
Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy
Studijní obor: 3708R038 Technologie údržby letecké techniky
Téma: **Analýza systémů zásobovací logistiky leteckých údržbových organizací**
Analysis of Logistic Systems in Aircraft Maintenance Organizations
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Ověřit vhodnost existujících modelovacích přístupů pro modelování zásobovacích procesů v podmínkách letecké údržbové organizace.

1. Úvod.
2. Charakteristika vybraných systémů zásobování v podmínkách zvolené údržbové organizace.
3. Charakteristika vhodných metod pro modelování.
4. Posouzení zadaného systému zásobování z hlediska vhodnosti pro matematické modelování.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

KINNISON, H.A. Aviation Maintenance Management, McCraw–Hill, 2004. 299 s.
ISBN 13 9780071422512.

FRIEND, C.H. Aircraft Maintenance Mangement, UK: Longman, 1992. 192 s.
ISBN 0-582-03866-9.

GROS, I. Velká kniha logistiky, Praha, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, ISBN 978-80-7080-952-5.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vojtěch Graf**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V ostravě 15.5.2017


.....
Podpis

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15. 5. 2012


.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

David Kopečný

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Boženy Němcové 72,
Kostelec na Hané, 798 41

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KOPEČNÝ, D. *Analýza systémů zásobovací logistiky leteckých údržbových organizací: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2017, 43 s. Vedoucí práce: Graf V.

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou systémů zásobovací logistiky v leteckých údržbových organizacích a následnou aplikaci vybraných existujících modelovacích metod, které jsou používány v jiných odvětvích průmyslu, za účelem optimalizace logistických procesů. První část obsahuje definici pojmu logistika podle normy ČSN. Druhá část analyzuje zásobovací procesy údržbové organizace, popisuje skladové hospodářství organizace, používané programy pro řízení, sledování, objednávání a rezervování naskladněného materiálu. Taktéž poukazuje na specifika, která má letecký průmysl. Třetí část popisuje logistické metody vhodné pro modelování. Objasňuje jejich funkci, omezení, cíle metod a samotné postupy aplikování metod. Čtvrtá část se zabývá samotnou aplikací vybraných modelovacích metod na zásobovací logistiku údržbové organizace.

ANNOTATION OF BACHEORY THESIS

KOPEČNÝ, D. *Analysis of Logistic Systems in Aircraft Maintenance Organizations: Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Transport institute, 2017, 43 p. Thesis head: Graf V.

The aim of this bachelor thesis is to analyze the systems of supply logistics in aircraft maintenance organizations and to subsequently apply selected existing modeling methods, which are used in other branches of industry, in order to optimize logistic processes. The first part contains the definition of logistics according to ČSN. The second part analyzes the supply processes of the maintenance organizations, describes the organization's warehouse management, programs used to manage, track, order and reserve the stored material. It also points to the specificities of the aviation industry. The third part describes logistic methods suitable for modeling. It clarifies their function, limitations, methods objectives and the procedure of applying methods themselves. The fourth part deals with the application of selected modeling methods to the supply logistics of the maintenance organizations.

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Plný význam	Český význam
AOG	Aircraft on ground	Díly s vysokou prioritou pohybu
ČSN		Česká státní norma
EASA	European aviation safety agency	Evropská agentura pro bezpečnost v letectví
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
MSR	Material status report	Informace o kondici dílu
Kč		Korun českých
PN	Part Number	Sériové číslo dílu
Q^{opt}		Optimální velikost objednávky
S		Absolutně determinovaná poptávka
n_0		Náklady na vyřízení jedné objednávky
n_s		Náklady na udržování zásob
c		Cena skladovaného zboží
T		Délka sledovaného období
N		Celkové náklady spojené s doplňováním zásob
O		pozorovanou četnost
E		Očekávanou četnost
O_i		Naměřená četnost
E_i		Očekávaná četnost
χ^2		Hodnota testovaného kritéria
χ_{krit}		Kritická hodnota testu
n		Počet tříd

Obsah

0.	Úvod.....	6
1.	Definice logistiky.....	7
2.	Charakteristika systémů zásobování v podmínkách letecké údržbové organizace.....	7
2.1.	Letecká údržbová organizace.....	7
2.2.	Logistika v údržbové organizaci	9
2.2.1.	Systémy zásobování letecké údržbové organizace	10
2.3.	Skladovací prostory letecké údržbové organizace.....	13
2.3.1.	Sklad dílů letecké údržbové organizace	14
2.3.2.	Sklad nebezpečných látek.....	14
2.3.3.	Sklad zákazníka	15
2.4.	Podnikový software řízení	15
3.	Charakteristika vhodných analytických metod.....	17
3.1.	ABC analýza	17
3.1.1.	Popis principu a fungování metody	17
3.1.2.	Oblasti použití	19
3.1.3.	Přínosy metody ABC.....	19
3.1.4.	Aplikace ABC analýzy v letectví	19
3.2.	SWOT analýza.....	20
3.2.1	Faktory vnitřního prostředí organizace.....	21
3.2.2	Faktory vnějšího prostředí organizace.....	21
3.2.3	Realizace a postup SWOT analýzy.....	22
3.2.4	Postup provedení SWOT analýzy:	22
3.3	Teorie zásob	23
3.3.1	Význam zásob	23
3.3.2	Systém řízení zásob	24
3.4	Strategie řízení zásob	25
3.4.1	Řízení zásob poptávkou.....	25
3.4.2	Řízení zásob plánem.....	26
3.4.3	Adaptivní řízení zásob	26
3.5	Pearsonův test dobré shody	27
4.	Aplikace zvolených analytických metod na skladovací procesy.....	28

4.1.	Zpracování vstupních dat	28
4.2.	Aplikace ABC analýzy	29
4.3.	Filtrace dat vybraných ABC analýzou	32
4.4.	Aplikace Pearsonova testu dobré shody	34
4.5.	Doporučení a finanční zhodnocení skladových zásob	36
5.	<i>Závěr</i>	38
6.	<i>Použitá literatura</i>	39
7.	<i>Seznam obrázků</i>	40
8.	<i>Seznam tabulek</i>	40
9.	<i>Seznam příloh</i>	40

0. Úvod

Pojem logistika má svůj původ s největší pravděpodobností v řeckém slově *logistikon*, které znamená důmysl, rozum. Jako druh činnosti je logistika tisíce let stará, protože je možné ji spojovat a nejrannějšími formami organizovaného obchodu. Jako vědní disciplína, se logistika objevuje až počátku dvacátého století, a to v souvislosti s podporou obchodní strategie podniku a dosahování užité hodnoty času a místa. Výrazná pozornost se začala věnovat logistice během druhé světové války, v armádě USA. Efektivní distribuce a zásobování významně přispěly k úspěchu spojeneckých vojsk na západní frontě. Poválečné tendence směřovaly k využití logistiky při řešení logických problémů v civilní sféře.

Zásobovací logistiky většiny údržbových organizací fungují na stejném principu. Rozdělení položek do základních skupin dle naskladňování materiálu je totožné, mění se jen procentuální podíl obsahu položek v základních skupinách. Optimální zásobovací logistika údržbové organizace má většinu položek zařazenou do skladových zásob a zbylé položky se naskladňují před započítáním údržby. Jen zanedbatelné procento položek je objednáváno až v průběhu údržby. Této zásobovací logistiky lze dosáhnout vhodnou optimalizací a predikcí.

Cílem této bakalářské práce je nejprve popsat systémy zásobovací logistiky používané v letecké údržbové organizaci. Vhodně zvolit stávající modelovací metody vhodné k aplikaci na tyto systémy zásobování. Následně aplikovat zvolené metody za účelem optimalizace zásobovací logistiky.

1. Definice logistiky

Definice logistiky podle normy ČSN EN 14943 zní:

Plánování, uskutečňování a kontrola pohybu a umístování osob a zboží a podpůrných činností vztahující se k tomuto pohybu a umístování, v rámci systému k dosažení specifických cílů. [4]

2. Charakteristika systémů zásobování v podmínkách letecké údržbové organizace

Letectví, jako relativně mladé odvětví průmyslu má svá pravidla a nařízení, která je povinna organizace provádějící údržbu, dodržovat. Pro zvýšení bezpečnosti v letectví se dbá na to, aby každá součást letadla byla vyrobena bez závady a splňovala předpis pro použití v letectví. U každé součásti se sleduje její historie. Tedy kde byla součást vyrobena, kdo prováděl na součásti výstupní kontrolu, kolik součást absolvovala letových cyklů, kolik letových hodin v provozu byla používána a další. Díky těmto kontrolám a sledování historie provozu součásti se zvyšuje bezpečnost provozu letecké techniky.

2.1. Letecká údržbová organizace

Údržbová organizace je organizace vykonávající údržbu letadel používaných v civilní letecké dopravě, nebo údržbu letadlových celků určených pro zástavbu do letadel konajících leteckou civilní dopravu. Taková společnost musí mít oprávnění dle Part 145 - Organizace oprávněná k údržbě letadel. Aby společnost toto oprávnění získala, musí splňovat řadu požadavků, které stanovuje European Aviation Safety Agency (EASA) v nařízení Komise 1321/2014.

Požadavky, které organizace musí splnit:

- Požadavky na provozní prostory,
- požadavky na kvalifikovaný personál dle Part 147 (organizace pro výcvik techniků údržby),
- požadavky na vybavení, nářadí, přípravky a materiál, nezbytný k provádění údržbovým prací a zajišťovat provozuschopnost a přesnost tohoto vybavení,
- požadavky pro přejímku letadlových celků a jejich rozdělení do kvalifikovaných skupin, dle kondice,

- požadavky na údržbovou dokumentaci, potřebnou k údržbě letadel nebo letadlových celků.

Provozovatel (majitel) letounu sestaví seznam údržbových činností vyplývajících z aktuálního technického stavu letounu a výrobcem předepsaných prací, které musí být provedeny po uplynutí určitých časových intervalů (počet letových hodin) nebo provozních cyklů (počty přistání a startů, počty spuštění motorů). Tento seznam činností je možné rozdělit do dvou skupin.

První skupina obsahuje práce, u kterých je znám seznam potřebného materiálu před započítím údržby – dochází tedy k naskladňování materiálu dle základního seznamu předepsaných prací. Každému letadlu, na kterém je naplánovaná údržba je vytvořena složka jak v systému pro podnikové řízení (Quantum Control a další), tak i fyzicky. Tato složka se označuje jako Material Status Report (MSR). MSR obsahuje seznam jednotlivých činností které, mají být na letadle provedeny. Každá činnost obsahuje seznam použitých dílu, nákres a postup správné montáže demontáže dílu, identifikační razítko mechanika, který tuto práci provádí a kontroluje správné provedení práce a identifikační razítko logistického dispečera, který vydal díl na danou práci.

Druhá skupina obsahuje seznam kontrolních prohlídek a kontrol, které posoudí aktuální technický stav dílu. Na základě těchto kontrol může dojít k nalezení vadných dílů, které je potřeba vyměnit. Tyto díly jsou posléze rozděleny na díly, které je možno opravit a díly, které jsou neopravitelné. Opravitelné jsou označeny zeleným štítkem (viz obrázek 1). Neopravitelné díly červeným štítkem (viz obrázek 2). Barva těchto štítků není normalizovaná, je závislá na interních předpisech letecké údržbové organizace. Požadavek na nový díl vzniká až v době údržby samotné – dochází tedy k operativnímu naskladňování materiálu dle nálezových karet.

jobair
TECHNICAL

UNSERVICEABLE

DESCRIPTION 34HC SHAFT

☐ INSPECT ☐ REPAIR

PN 315A1904-6

QUANTITY 2

S/N UNKNOWN

REMOVED FROM -A/C S/N YL-PSD

- TAIL REG

REASON OF REMOVAL TO CRACK
ON YL-PSG

WP W4212

JC / NRC SEQUENCE 510001

DATE 1.12.2016

STAMP **JAT 330** SIGNATURE

Obrázek 1: Štítek neopravitelného dílu

jobair
TECHNICAL

SERVICEABLE

Description **TERMINAL LUGS**

PN **BACT12M4**

all. **-**

Condition **NE**

Quantity **2**

Batch No. **10369-2**

S/N **N/A**

SL **1**

Cert. No. **05430723**

Location **D25A**

Owner **CEAM**

Remarks

WP **W4212** Seq. **636001**

Issued by: **475** 1.12.2016

JAT-TD-013

Obrázek 2: Štítek opravitelného dílu

2.2. Logistika v údržbové organizaci

Jak již bylo zmíněno, materiál a díly používané v letectví musí být vysoké jakosti. S tím jsou spojeny vysoké náklady na jejich nákup. Některé materiály mají časově omezenou dobu použitelnosti, ale i omezenou dobu skladovatelnosti.

Omezenou dobou použitelnosti – po tuto dobu je garantována správná funkce výrobku a zachování jeho vlastností. Po uplynutí této doby, existuje riziko, že se vlastnosti mohou změnit a součást tak přestane správně vykonávat svou funkci, čímž se stává nevyhovující pro provoz.

Omezená doba skladovatelnosti – je maximální doba, kterou lze daný výrobek popřípadě materiál v předepsaných podmínkách skladovat, tak aby nebyly ovlivněny jeho vlastnosti a funkce.

Každý objednaný díl musí být opatřen certifikátem EASA Form 1, nebo FAA Form 8130. U malých dílů, které nemají tyto certifikáty, stačí certifikát CoC – Conformity of Certificate. Tímto certifikátem distributor potvrzuje, že daný díl může být použit na letecké technice. Zavazuje se, že jeho jakost odpovídá udávané jakosti a lze dohledat jeho výrobce. Za případné chyby, nebo selhání dílu, je odpovědný distributor, který tento certifikát vydal.

Každý díl zakoupen mimo Evropskou unii musí projít přes příslušný celní úřad. Pokud má díl certifikát EASA Form 1 nebo FAA Form 8130 jsou tyto díly osvobozeny od celního poplatku, tím jsou sníženy náklady údržbové organizace.

2.2.1. Systémy zásobování letecké údržbové organizace

Zásobovací systém letecké údržbové organizace lze podle způsobu naskladňování materiálu rozdělit do tří skupin:

- Naskladňování materiálu do skladových zásob údržbové organizace,
- naskladňování materiálu dle základního seznamu předepsaných prací,
- operativní naskladňování materiálu dle nálezových karet.

Naskladňování materiálu do skladových zásob údržbové organizace

Nejdůležitější částí této skupiny jsou díly, které jsou často používané při údržbě. Touto zásobou jsou snižovány časové náklady a nároky na logistiku.

Tato skupina zahrnuje také prostředky, které nejsou montovány na letoun, ale jsou nezbytné pro provedení údržby. Pro příklad, každá údržba začíná důkladným očištěním letadla. Za tímto účelem se používá velké množství čisticích prostředků. Právě u těchto výrobků je nezbytné důsledně sledovat jejich dobu expirace.

Další důležitou součástí této skupiny jsou ochranné pomůcky. V údržbě se používá velké množství chemických, hořlavých a žíravých látek, z tohoto důvodu jsou popsány předpisem ochranné prostředky pro zajištění bezpečnosti personálu údržby.

Další položkou, nezbytnou pro provedení údržby, která je zároveň nedílnou součástí skladových zásob, je vhodné nářadí a přípravky. Nářadí, které je vydáno, musí být po skončení údržby vráceno. Seznam tohoto skladového materiálu funguje zároveň jako bezpečnostní prvek. Pokud není po skončení všech prací na letadle všechno

nářadí vráceno, nemůže být údržba ukončena. Hrozí riziko nehody způsobené zapomenutým nářadím.

Další skupinu skladových zásob tvoří podpůrný materiál pro údržbu, mezi který lze zařadit: lepicí pásy, folie, brusiva a další.

Naskladňování materiálu dle základního seznamu předepsaných prací

Zákazník, který dodává do firmy na údržbu letoun, musí v dostatečném předstihu, před započítím údržby dodat seznam požadovaných prací a rozsah požadované údržby, která má být na letadle realizována. Tyto seznamy jsou předány oddělení plánování údržby. Oddělení plánování údržby na základě seznamů, sestaví seznam potřebných dílů. Tento seznam je předán do logistického oddělení, kde jsou jednotlivé díly porovnávány se skladovými zásobami. Pokud je díl na skladě, je zarezervován a přiřazen údržbě určeného letadla. Tato rezervace se skládá ze zarezervování dílu, jak v podnikovém systému řízení, tak zapsáním sériového čísla zarezervovaného dílu do MSR udržovaného letadla. Rezervace má zamezit budoucímu přidělení dílu k údržbě jiného letadla, což by mělo za následek nedostatek dílů pro údržbu obou letadel. Pokud díl na skladu není, je porovnáván s nabídkou distributorů náhradních dílů a objednána ten nejvýhodnější. Výběr vhodného dílu je ovlivněn ryzími faktory.

Hlavní faktory ovlivňující výběr dílu:

- Kondice,
- cena,
- dostupnost.

I v letectví rozlišujeme různé kondice dílů, které můžeme na letounu použít. Tyto kondice ovlivňují servisní intervaly. Kondicí je myšlen technický stav dílu.

Typy kondic

NE	New	Nový díl
FN	Factory new	Koupený díly ale ne od výrobce, ale od distributora
SV	Serviceable	Použitelný díl ale po opravě
OH	Overhauled	Repasovaný díl
AR	As removed	Demontovaný díl v neznámém stavu
NS	New Surplus	Jako nový díl (starší nepoužitý díl)

Tabulka 1 : Typy kondic

Dalším významným faktorem, který se v letectví objevuje, je limit ceny. Tento limit si nastavuje zákazník. Jinými slovy pokud zákazník nastaví limit 2 500 dolarů, pak všechny díly levnější než 2 500 dolarů může údržbová organizace nakupovat bez souhlasu zákazníka. Pokud cena dílu převyšuje tento limit, musí být jakost dílu, cena dílu a doba doručení konzultována se zákazníkem, který určí, zda je s dílem spokojen. V případě, že zákazník s dílem spokojen není, může díl nakoupit a dodat sám, nebo upravit požadavky na díl údržbové organizaci.

Posledním faktorem, který může ovlivnit volbu dílu je jeho dostupnost. Pod pojmem dostupnost je myšlena doba mezi objednáním dílu u distributora a jeho doručením do letecké údržbové organizace.

Doba pro naskladnění materiálu dle seznamu předepsaných prací před údržbou je upravena interní směrnicí. Z pravidla tato doba bývá okolo dvou týdnů před započatím údržbových prací.

Operativní naskladňování materiálu dle nálezových karet

Údržba letadla zahrnuje činnosti spojené s kontrolou a zkoušením předepsaných dílů. Tyto činnosti slouží jako prevence vzniku letecké nehody nebo havárie. Velmi často se stává, že při kontrole jsou vyhodnoceny některé díly jako nevyhovující

pro bezpečný provoz letadla. V takovém případě je potřeba díl vyměnit. Požadavek na díl nevzniká v dostatečném předstihu, následkem toho, že je zjištěn až při samotné údržbě, a to nahlášením technika údržby do logistického oddělení. Takový požadavek je nazýván jako operativní naskladňování dle nálezových karet. Logistické oddělení nejprve požadavek na díl porovnává se skladovými zásobami. Je-li díl na skladě, je zarezervován a vydán technikovi k práci na letoun. Pokud díl k dispozici na skladě není, je objednáván podobně jako díly dle balíku předepsaných prací, ale s tím rozdílem, že mnohem větší roli hraje dostupnost dílu. Dostupnost dostává mnohem vyšší důležitost z důvodu dodržení časového harmonogramu údržby letadla. I jediný díl může znemožnit další údržbu na letadle, způsobit zpoždění údržby a nedodržení smluvního termínu na předání letounu zákazníkovi. Toto zpoždění může znamenat neblahé finanční následky, jak pro zákazníka (provozovatele), tak i pro údržbovou organizaci. Z tohoto důvodu je snaha, aby nedošlo ke zpoždění, popřípadě aby toto zpoždění bylo co nejmenší. Z důvodu minimalizace prodlev a zpoždění se dá příslušnému dílu přiřadit AOG prioritita (Aircraft on Ground). Tento požadavek přiřazuje určenému dílu zvýšenou prioritu pohybu, což zkracuje dodací čas. Výrobce, nebo distributor díl nebo materiál do 4 hodin od dodání požadavku odešle. S touto AOG prioritou je spjat prioritní poplatek, který má každá firma trochu odlišný. V průměru se jedná asi o 150 dolarů za díl.

2.3. Skladovací prostory letecké údržbové organizace

Jedná se o prostory vhodné pro skladování materiálu potřebného pro údržbu. V těchto prostorech je nutno zajistit vhodné podmínky pro skladování z pohledu teploty, vlhkosti, prostorových nároků a nároků na bezpečnost. Jedná se o speciální prostory vybavené policemi, ve kterých je organizován uskladněný materiál. Každý díl je označen evidenčním štítkem (viz obrázek 3), který obsahuje evidenční číslo dílu (part number), informaci o počtu kusů v balení, bližší popis materiálu (description), kondici materiálu, datum naskladnění popřípadě datum expirace a typ certifikátu (CoC nebo EASA Form 1, FAA Form 8130). Sklad bývá stavebně oddělen od ostatních částí hangáru. Přístup do skladu je z bezpečnostních důvodů evidován a omezen.

 BN: 77806-2 PART NO: NSA5472-3K7 DESC: NUT COND: NE SL: 7 SN: PO: P28105 Lot: 555816 RECEIVER #: 49548 RECV DATE: 16.11.2016 EXP DATE: 0 CERT SOURCE: CoC TAGGED BY: PDQ REMARKS: OWNER: TECHNIC		LOCATION C35 <table border="1"> <tr><th colspan="2">LOCATION CHANGES</th></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> </table> WHS: CEAM QTY: 20 INSPECTED BY: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> ENT BY: 475	LOCATION CHANGES		1		2		3		4	
LOCATION CHANGES												
1												
2												
3												
4												

Obrázek 3: Evidenční štítek

Skladové prostory v údržbové organizaci jsou rozděleny do 3 částí:

- Sklad dílu letecké údržbové organizace,
- sklad nebezpečných látek (hořlaviny, chemikálie, jedy),
- sklad zákazníka.

2.3.1. Sklad dílů letecké údržbové organizace

Hlavní úloha skladu dílů je evidovat pohyb materiálu v údržbové organizaci. Dalším úkolem je uskladnění materiálu, který je zařazen do skladových zásob údržbové organizace a uskladnění materiálu naskladněného dle základního seznamu předepsaných prací před započítáním údržby, až do doby, kdy bude tento materiál potřebný k údržbě. Tento sklad slouží k uskladnění materiálu nakoupeného údržbovou organizací s výjimkou nebezpečných látek.

2.3.2. Sklad nebezpečných látek

Při údržbě letounu se využívá a je zapotřebí velké množství nebezpečných látek. Mezi tyto látky patří oleje, ředidla, lepidla, těsnících hmoty (tmely), čisticí prostředky a další. Tyto látky vyžadují speciální nároky na skladování a manipulaci s nimi.

Tyto nároky jsou popsány v normě ČSN 65 0201. Skladový prostor pro nebezpečné látky nesmí být součástí klasického skladu, ale musí být stavebně oddělen. Jeho podlaha musí být ošetřena speciálním nátěrem, aby byla zajištěna její nepropustnost v případě úniku uskladněných látek. Pod uloženými hořlavými kapalnými látkami musí být umístěny speciální zachytňovací vany. Dále musí být zajištěn odvod výparů ze skladu. V prostoru jsou zavedena zvýšená požární bezpečnostní opatření.

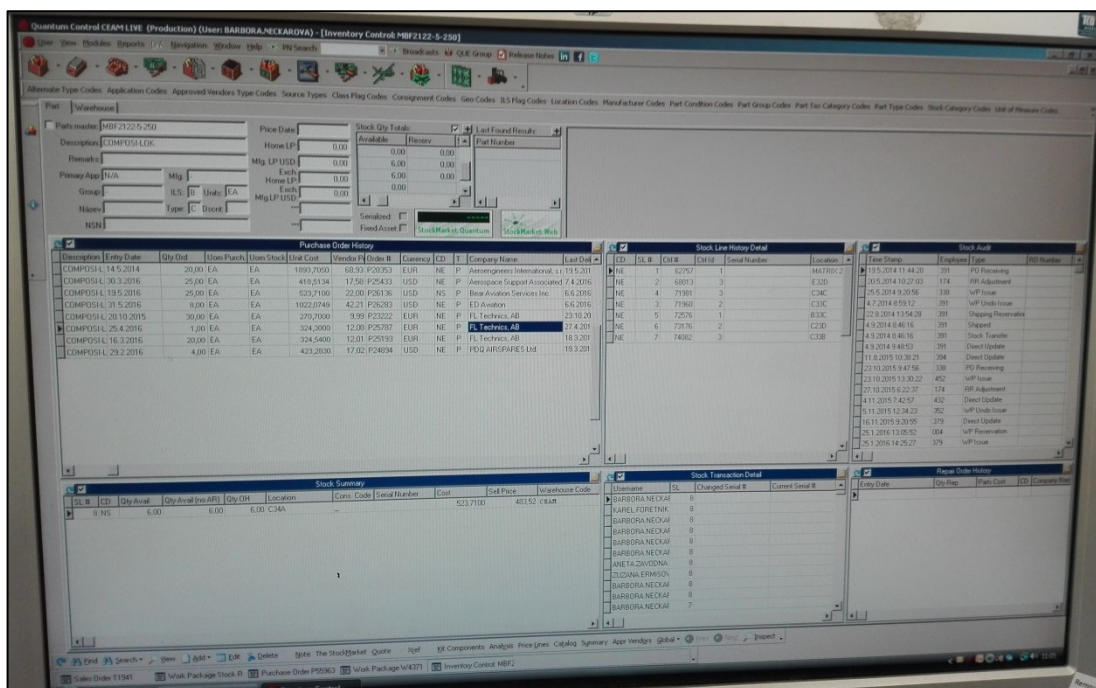
2.3.3. Sklad zákazníka

Slouží k uskladnění materiálu, který byl pro údržbu letounu dodán zákazníkem (majitel potažmo provozovatel letounu). Sklad bývá stavebně oddělen od ostatních skladů, aby se předešlo záměně dílu, nebo vydání dílu zákazníka na údržbu jiného letounu.

2.4. Podnikový software řízení

Jedná se o počítačové softwary sloužící k řízení, sledování a optimalizaci logistických procesů probíhajících v údržbové organizaci. Tyto softwary umožňují široké spektrum použití od nákupu, evidenci skladových zásob až po vytváření účetnictví.

Quantum Control Aviation Software - jedná se o plně integrovaný podnikový systém řízení. Je navržen tak, aby podporoval komplexní a bezpečné dodržování pravidel a předpisů, dle leteckých úřadů. Cílem programu je zajistit nároky na kvalitu, ale také optimalizace provozní výkonnosti. Program vykonává spoustu funkcí od ekonomiky a účetnictví po co nejjednodušší přenos informací mezi středisky ve firmě. Tento program obsahuje Stock market aero. Jedná se o komplexní vyhledávač, který umožňuje uživatelům, přístup v reálném čase k informacím od dodavatelů, skladové informace a umožňuje přístup do celosvětového otevřeného trhu s náhradními díly pro letectví.



Obrázek 4 : Quantum Control Aviation Software

IFS aplikace – alternativní software pro správu podnikových procesů v údržbové organizaci. Jedná se o soubor aplikací vytvořených pro řízení podniku. Tento software řízení má široký rozsah použití. V určité konfiguraci je přizpůsoben na použití v sektoru civilního letectví. Jednotlivé aplikace IFS:

- **IFS Finace** – tato aplikace umožňuje kontrolu a regulaci ve finanční oblasti organizace,
- **IFS Lidské zdroje** – tato aplikace zajišťuje řízení, analýzu a následný rozvoj v oblasti zaměstnanců,
- **IFS Konstrukce** – tato aplikace zajišťuje správu dokumentace potřebné k údržbě a dalších dokumentů z údržbou spjatých,
- **IFS Dodavatelský řetězec** – tato aplikace zajišťuje logistické procesy od objednání dílu až po jeho vyskladnění ze skladu.
- **IFS Údržba** – tato aplikace zajišťuje správu provozních prostředků.

IFS Aplikace nabízejí komplexní řešení problematiky spojené s traťovou údržbou, základní/těžkou údržbou, a problematiky spojené s podnikovými funkcemi. IFS Aplikace spravuje procesy, které jsou spojeny s údržbou, čím zvyšuje efektivitu fungování údržbové organizace.

3. Charakteristika vhodných analytických metod

Optimalizací výrobních a skladovacích procesů se zabývá celá řada analytických metod. V této kapitole je uveden stručný přehled těch, které jsou vhodné pro aplikaci na optimalizaci skladovacích procesů letecké údržbové organizace.

3.1. ABC analýza

Tato analýza se zakládá na principu Paretova pravidla, které říká, že pouze malá část faktorů ovlivňuje celkový problém. Některé položky ovlivňují problém více a některé méně, z tohoto důvodu je velice důležité rozdělit položky do tří skupin podle stupně důležitosti. Toto rozdělení dovozuje lépe vynaložit peníze do položek, které jsou důležité a zamezit zbytečným investicím do nedůležitých položek. Hlavní využití této metody spočívá v řízení skladových zásob.[2]

3.1.1. *Popis principu a fungování metody*

Postup metody:

1. Nejprve je zvolen parametr (zisk, četnost prodejů, tržby), který by měl co nejlépe vystihovat zkoumaný problém.
2. Vypočet procentuálního podílu jednotlivých prvků ve zkoumaném parametru.
3. Seřazení podle velikosti podílů jednotlivých prvků, od nejnižšího procentuálního podílu po nejvyšší procentuální podíl.
4. Rozdělení prvků do skupin A, B, C podle pravidel.
5. Sestavení výsledného grafu, kde jednotlivé souřadnice tvoří procentuální podíl na celkovém počtu prvků. Výstupem z ABC analýzy je graf obsahující Lorenzovu křivku.

Pravidla pro rozdělení do skupin

Skupina A – Jedná se o významné výrobky, jejichž podíl ve vyráběném sortimentu bude nízký (15% - 20%), ale tvoří převážnou část obrátu (70% - 80%). Pro analýzu skladových zásob do této skupiny budou spadat položky obsahující největší počet kusů materiálu. Jedná se o skupinu, ve které je největší potenciál pro optimalizaci, protože

ze všech tří skupin se největší částí podílí na obratu výrobní společnosti nebo proto, že zaujímá největší podíl objemu skladových zásob.

Skupina B – Jedná se o položky se střední výší obratu. Výrobky v této skupině lze označit za méně významné. U těchto výrobků se mohou s ohledem na výrobní plán vytvářet skladové zásoby.

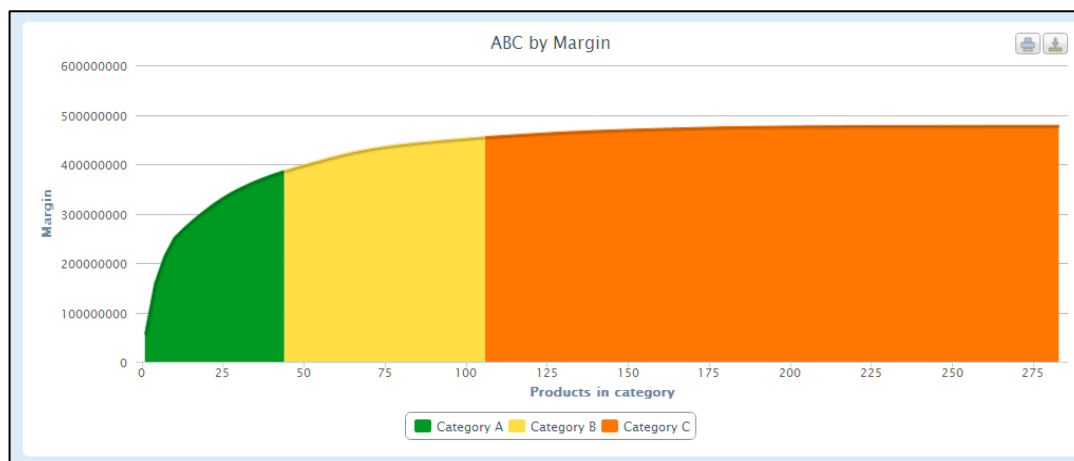
Skupina C – Tvoří největší část vyrobených výrobků, ale podíl výrobků na celkové hodnotě parametru je malý (5% - 10%). Procento hodnoty uskladněných položek bude nízké, z tohoto důvodu bude potenciál redukce zásob zanedbatelný. Jedná se o bezvýznamné výrobky.

Při aplikaci ABC analýzy na skladové zásoby jsou skupiny B a C zanedbatelné, protože jejich podíl zásob na celkovém objemu skladovacích zásob je minimální.

V tabulce 2 je graficky znázorněn vztah jednotlivých skupin a jejich podíl na objemu zásob. Tento vztah je taktéž zobrazen na obrázku 5, kde je vykreslena Lorenzova křivka.

[%]	Počet položek		Objem zásob [ks]
100	C		C
90			B
80			A
70			
60			
50			
40			
30	B		
20	A		
10			

Tabulka 2: Princip fungování ABC analýzy [6]



Obrázek 5 : Lorentzova křivka [2]

3.1.2. Oblasti použití

ABC analýza je praktikována z důvodu optimalizace hospodaření a určení skupiny výrobků, u které je zisk firmy největší, tím pádem této oblasti může firma věnovat vyšší pozornost a dále jí rozvíjet. Oblast použití této metody je velice široká. Původně byla tato metoda vyvinuta pro výrobní procesy, lze ji však aplikovat i na skladovací procesy či plánování lidských zdrojů. [2]

3.1.3. Přínosy metody ABC

Pomocí metody ABC je možno dosáhnout časových, peněžních a prostorových úspor. Další výhodou je snadná simulace změn nebo výpadků jednotlivých složek kategorií, nebo kategorií samotných. Dalším využitím ABC analýzy je učení klíčových zákazníků. Pomocí lepšího plánování výroby je možno zvýšit jak produkci významných výrobků, tak kvalitu výroby. Metoda může napomoci při správném seznámení zaměstnanců s jejich dosavadními výsledky, ke zvýšení motivace a tím lepším pracovním výsledkům. [2]

3.1.4. Aplikace ABC analýzy v letectví

Pomocí metody ABC analýzy použité v údržbové organizaci, je možno identifikovat díly, u kterých by bylo vhodné vytvářet skladové zásoby. Jedná se o díly, které jsou nejčastěji používány při údržbě. Pokud takovýto díl není na skladě, realizuje se jeho objednání. U některých dílů může nastat situace, že díl je natolik důležitý, že může zastavit

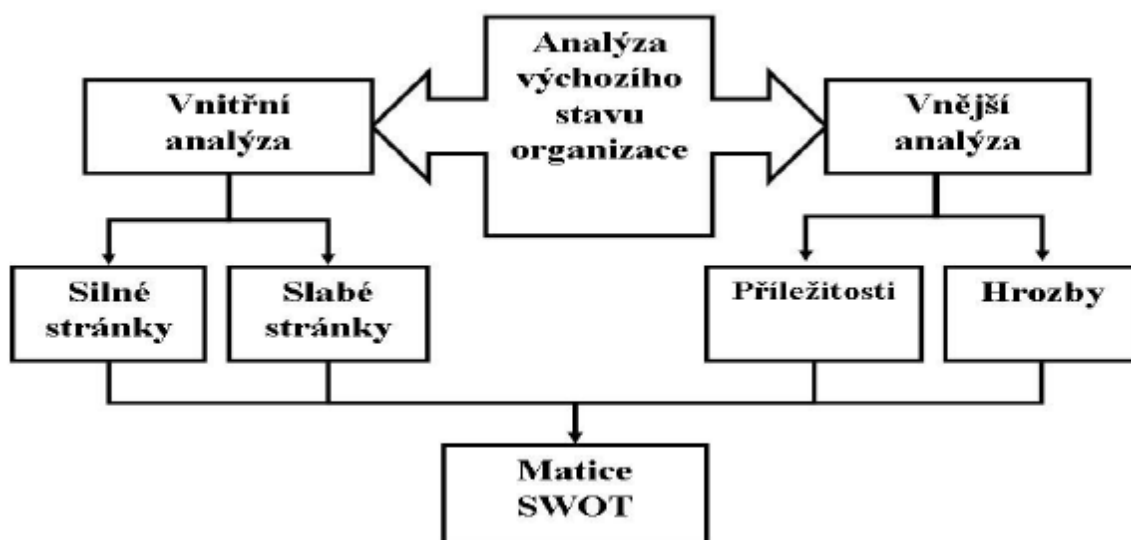
další práce na letadle a následně způsobit výrazné zpoždění údržbových prací. Z tohoto důvodu je v této situaci při objednávání nejdůležitějším faktorem dostupnost dílu a ne jeho cena. Pokud se objednávky dílu opakují častěji, je možno je identifikovat pomocí ABC analýzy a následně vytvořit skladové zásoby onoho dílu. Tato aplikace ABC analýzy může mít následující dopad:

- Minimalizace nákladů na dopravu (pokud se díl objednává bez AOG priority),
- maximalizace finanční výhodnosti dílu (možnost volby dílu hlavně podle jeho ceny a kondice),
- minimalizace časové ztráty v údržbě letadla.

Nevýhodou vytvoření skladové zásoby jsou zvýšené náklady na provoz skladu. Pro správnou identifikaci dílů je třeba dlouhodobých dat o používání daného materiálu.

3.2. SWOT analýza

Tato analýza složí k vyhodnocení výchozího stavu organizace. Účelem SWOT analýzy je zavést úkony pro naplnění obecných (záměrů) a konkrétních cílů (specifických cílů). Při použití této metody, rozlišujeme ve firmě slabé a silné faktory (vnitřní analýza). Dále se zjišťují příležitosti a ohrožení z vnějšího prostředí (vnější analýza). Tyto faktory jsou na konec analyzovány a vyhodnoceny. Toto vyhodnocení probíhá sestavením SWOT matice. Tento postup je graficky znázorněn na obrázku 6.



Obrázek 6: Základní rámec SWOT analýzy [5]

SWOT analýza naprosto ztrácí svou funkci, pokud jsou sestaveny pouze SWOT matice, bez stanovení úkonů (opatření) pro odstranění nebo zlepšení negativních, ale i pozitivních faktorů, které byly zjištěny při SWOT analýze. Zlepšení lze dosáhnout stanovením reálných rozvojových cílů.

Zkratka SWOT má tento význam:

- Strength – silné stránky,
- Weaknesses – slabé stránky,
- Opportunities – příležitosti,
- Threats – hrozby [5]

3.2.1 Faktory vnitřního prostředí organizace

Faktory vnitřního prostředí ovlivňují jak pozitivně, tak i negativně efektivitu fungování organizace. Rozdělují se na silné a slabé stránky. Tyto stránky se nachází například v těchto funkčních oblastech organizace:

- *Systém řízení,*
- *organizační struktury,*
- *informační systémy,*
- *kultura organizace,*
- *personální zdroje a jejich rozvoj,*
- *výzkum, vývoj, technika,*
- *finance a ekonomika.* [5]

3.2.2 Faktory vnějšího prostředí organizace

Faktory z vnějšího prostředí působící na organizaci se dělí na příležitosti a hrozby, z těchto faktorů se vytváří seznam příležitostí a hrozeb.

Vnější prostředí ovlivňující organizaci fungující ve veřejném sektoru je rozděleno na:

- *Politicko – ekonomické prostředí,*
- *legislativní prostředí.*
- *ekonomické prostředí,*
- *demografické prostředí,*
- *technicko – ekonomické prostředí,*

- *ekologicko – ekonomické prostředí*. [5]

Seznam příležitostí z pravidla obsahuje dostupné finanční zdroje, nebo zájem veřejnosti. Může obsahovat podněty ke zlepšení kvality výroby nebo podněty k mezinárodní spolupráci. Seznam hrozeb může obsahovat průzkumy konkurenčního prostředí, hrozbu omezení financování připravovaných projektů z veřejných financí, negativní rozvojové procesy národní ekonomiky a další. [5]

3.2.3 Realizace a postup SWOT analýzy

Tato metoda se dá praktikovat, jak kvalitativní formou, tak i kvantitativní formou. Mezi nástroje používané SWOT analýzou patří uplatnění tvůrčích metod, metod získávání expertních výpovědí a uplatnění vhodných formulářů, matic a grafů. Obvyklým výsledkem SWOT analýzy je matice, která graficky znázorňuje vazby mezi jednotlivými vnějšími a vnitřními vlivy. Pomocí této matice lze velice jednoduchou cestou předpovídat vývoj nebo rozvojový potenciál organizace. Podle těchto simulací a potenciálů mohou být upravovány plány organizace, strategická rozhodnutí a investice. Účel SWOT analýzy je zavést úkony pro naplnění obecných cílů (záměrů) a konkrétních cílů (specifických cílů). Tato metoda nemá pevný metrologický rámec, jednotlivé kroky se mohou lišit podle praktických zkušeností, potřeb a zvyklostí organizace. [5]

3.2.4 Postup provedení SWOT analýzy:

a) Identifikace a hodnocení silných a slabých stránek organizace

U této fáze v prvním důležitém kroku jsou identifikovány oblasti, kde se budou zjišťovat silné a slabé stránky. Po stanovení oblasti je dalším krokem sestavení skupiny zkušených pracovníků. Tato skupina má za úkol rozlišit silné a slabé stránky v dané oblasti. Pokud je oblast rozsáhlá může toto rozlišení provádět více týmů současně, ale každá skupina musí mít vlastní část této předdefinované oblasti. Pracovníci v této skupině by měli mít co největší znalosti a zkušenosti o dané problematice. V ideálním případě by se tyto skupiny měly skládat, jak z pracovníků hodnocené organizace, tak i z externích odborníků.

Po stanovení oblasti, zvolení vhodné skupiny je na řadě samotná identifikace a rozdělení slabých a silných stránek zkoumané oblasti. Toto rozdělení

může být provedeno pomocí speciálního formuláře, ve kterém je u každého rozpoznaného faktoru uveden důvod, z kterého je tento faktor silnou nebo slabou stránkou.

Po identifikování silných a slabých stránek se u těchto stránek provede zhodnocení faktorů z pohledu jejich výkonnosti. Výkonnost těchto faktorů se rozlišuje od velmi silné stránky, po velmi slabou stránku. Toto zhodnocení může probíhat formou zapisování do formuláře.

V dalším kroku následuje seřazení faktorů dle jejich důležitosti, tento krok je závislý na určení priorit firmy. V tomto kroku je přiřazována každému členu ve skupině hodnota od jedné do pěti, aby se dala určit významnost faktoru. Tyto názory členů skupiny jsou zprůměrovány. Čím je tento průměr nižší je faktor pro danou oblast důležitější. Podle průměru jsou faktory sestaveny a zapsány do formuláře silných a slabých stránek.

b) Identifikace a hodnocení příležitostí a hrozeb z vnějšího prostředí

Jako u předchozí fáze, je nejprve sestavena skupina, která bude vytvářet předpověď příležitostí a hrozeb. Následujícím krokem je samotná identifikace příležitostí a hrozeb u definovaných oblastí, u které se využívají strategické analýzy vnějšího prostředí.

Dále následuje určení velikosti vlivu hrozeb a příležitostí na danou oblast v případě, kdyby tyto situace nastaly a určení velikosti pravděpodobnosti vzniku těchto situací. Takto vyhodnocené informace jsou zapsány do formuláře. V konečném kroku jsou zjištěné údaje zapsány do matice hrozeb a příležitostí.

Poslední fází je tvorba samostatné matice SWOT, do které se zaznamenávají nejsilnější stránky, největší příležitosti, nejslabší stránky a největší hrozby. [5]

3.3 Teorie zásob

Zásoby v logistice hrají velice významnou roli. Správné množství zásob a problematika se zásobami spojená je jednou z neobtížnějších částí logistiky. U zásob se snažíme dosáhnout optimálního množství, které udává systém řízení zásob. [7]

3.3.1 Význam zásob

Zásoby především umožňují optimální lokalizaci výrobních kapacit z hlediska zdrojů energie, surovin, pracovníků, vodních zdrojů a dalších. Tato lokalita bývá většinou vzdálená od oblasti konečné spotřeby nebo navazující výroby. [7]

Zásoby zabezpečují plynulost výrobního procesu, zajišťují plynulost výroby při jiné délce výroby polotovarů než konečného výrobku a umožňují výrobu objemných zakázek. Další důležitou rolí zásob je krytí výkyvů v poptávce. Jako zásoby můžeme považovat záměrně vytvářené zásoby, do kterých spadají například hmotné rezervy státu.

Zásoby rozdělujeme:

- Na běžnou zásobu,
- pojistnou zásobu,
- technickou zásobu.

Do **běžných zásob** jsou zahrnuty takové zásoby, které se mění v čase. Velikost této změny je určena způsobem doplňování zásoby a průběhem spotřeby zásoby. Hlavním faktorem, který ovlivňuje velikost běžné zásoby je velikost aktuální objednávky.

Pojistná zásoba slouží k zabezpečení dodávky výrobků při krátkodobých výkyvech v poptávce. Jedná se o složku zásoby, která se až na výjimky v čase nemění.

Jako **technologická zásoba** je chápána taková zásoba, která je nezbytná z technologických důvodů, kdy samostatné skladování je součástí technologického procesu výroby.

Existence zásob není spjata pouze s výhodami, ale také obsahuje náklady a ztráty. Existují náklady na skladovací prostor, provozní náklady skladu, popřípadě náklady na skladovací firmu. Tyto náklady tvoří zhruba 6% z hodnoty skladovaného materiálu za rok.

Ztráty jsou tvořeny vázáním kapitálových prostředků v zásobách. Tato ztráta je tvořena skutečností, že prostředky věnované na zásoby snižují mobilitu kapitálových prostředků a brání jejich použití pro jiné účely. [7]

3.3.2 Systém řízení zásob

Za optimální strategii řízení zásob bude považován takový způsob doplňování, udržování a čerpání zásob, při nichž budou dosaženy minima součtu nákladů spojených s pořizováním a udržováním zásob a ztrát způsobených jejich nedostatkem. [7]

3.3.3 Optimální velikost objednávky

Výpočet velikosti objednávky je závislá na mnoha faktorech které ovlivňují složitost výpočtu objednávky.

Faktory ovlivňující tyto výpočty:

- Systém doplňování zboží na sklad,
- poptávka po daném zboží (zda je lineární nebo nelineární),
- náklady na vyřízení objednávky a udržování zásob,
- predikce poptávky.

Obecný vzorec pro výpočet optimální velikosti objednávky pokud se nepočítá s pojistnou zásobou: [7]

$$Q^{opt} = \sqrt{\frac{2Sn_0}{cn_sT}} \quad (1)$$

$$N(Q) = \frac{S}{Q}n_o + \frac{Q}{2}cn_sT \quad (2)$$

Q^{opt}	Optimální velikost objednávky
S	Absolutně determinovaná poptávka
n_0	Náklady na vyřízení jedné objednávky
n_s	Náklady na udržování zásob
c	Cena skladovaného zboží
T	Délka sledovaného období
N	Celkové náklady spojené s doplňováním zásob

3.4 Strategie řízení zásob

V praxi jsou používány tři strategie řízení zásob:

- Systém řízení zásob poptávkou,
- řízení zásob plánem,
- adaptivní metoda řízení zásob. [7]

3.4.1 Řízení zásob poptávkou

V letecké údržbové organizaci lze tuto kategorii ztotožnit s položkami, u kterých drží organizace skladové zásoby. Jedná se o malé díly, často používané díly a různé podpůrné prostředky pro údržbové práce (viz 2.2.1)

U tohoto systému řízení zásob se sleduje množství zásob. Až toto množství poklesne pod předem určenou minimální hranici, jsou zásoby doplněny. Výše této minimální hranice je většinou určena průměrnou poptávkou mezi doplňovacími cykly. Tato strategie vychází z určité předpovědi, ale výrobek je objedнан, až když se objeví požadavky zákazníka na existující zásoby. Tato strategie se zakládá na rovnocennosti všech odběratelů a segmentů trhu. Tento předpoklad můžeme opravit pomocí strategie ABC. Dále je předpokládáno, že dodavatel má teoreticky neomezenou zásobu požadovaných výrobků a při podání objednávky bude délka jednotlivých dodacích cyklů stejná, nebo jen s minimálními odchylkami v délce cyklů. Pro správnou funkci by měla být poptávka relativně stabilní. Dalším důležitým předpokladem je fakt, že doplňovací dodávky v dodacím cyklu by měly být vyšší než poptávka v tomto cyklu. Posledním pravidlem pro funkční kvantifikaci náhodných výkyvů v poptávce je to, že délka dodacích cyklů nesmí být závislá na velikosti poptávky. [7]

3.4.2 Řízení zásob plánem

V letecké údržbové organizaci lze tuto kategorii ztotožnit s díly, které údržbová organizace naskladňuje před započítáním údržby dle balíku předepsaných prací (viz 2.2.1).

Anglický výraz pro tento systém "push system" vystihuje podstatu fungování systému. Materiál (výrobky, díly a další) je vtlačен do logistického řetězce v důsledku předpovědi budoucí poptávky. Pro správné fungování tohoto systému je nezbytná detailní předpověď (odhad) požadavků zákazníka.

Je-li předpověď dostatečně přesná, funguje tento systém velmi dobře. Z důvodů nepřesnosti předpovědi by měla existovat pojistná zásoba. Tato pojistná zásoba má za úkol zamezit výskytu situace, kdy nejsou žádné skladové zásoby.

Výhodou tohoto systému řízení je omezení přenosu poruch z jedné části distribučního řetězce do zbylých částí. Hlavní nevýhoda tohoto systému řízení zásob spočívá v nedostatečném množství zásob nebo v příliš velkém množství zásob. Tyto chyby jsou způsobeny nepřesnostmi v předpovědi nebo zánikem zakázky. [7]

3.4.3 Adaptivní řízení zásob

Kombinací předešlých dvou metod řízení zásob, vzniká adaptivní metoda řízení zásob. Adaptivní řízení zásob má odstranit neduhy předešlých metod a spojit jejich silné stránky.

Adaptivní metoda řízení zásob musí být dostatečně pružná, musí reagovat na změny v nabídce, dostupnosti a ceně produktů.

V praxi tento systém nemusí vycházet jako nejlepší, jeho efektivita je velice závislá na prostředí, ve kterém je metoda praktikovaná. V mnoha případech je výhodnější použití jedné z předešlých dvou metod. [7]

3.5 Pearsonův test dobré shody

Tento statistický test patří do skupiny neparametrických testů. Jako neparametrický test rozumíme takový test, pro který oplatí, že není nutno pro jeho odvození specifikovat typ rozdělení. Test pracuje s četnostmi, z tohoto důvodu musí být test aplikován na správně rozdělená data. Tento test využívá dvou proměnných **pozorovanou četnost O** a **očekávanou četnost E**.

Jako **pozorovanou četnost O** (observed) rozumíme data získaná z datového výběru správným roztríděním do daných skupin.

Jako **očekávanou četnost E** (expected) rozumíme data vypočtená pro stejné skupiny jako u pozorované četnosti, ale tak aby tyto četnosti odpovídaly požadavkům nulové hypotézy (data jsou rovnoměrně rozdělena).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3)$$

$$\chi^2 \leq \chi_{krit} \quad (4)$$

O_i	Naměřená četnost
E_i	Očekávaná četnost
χ^2	Testované kritérium
χ_{krit}	Kritická hodnota testu
n	Počet tříd

Jak již bylo zmíněno, očekávané četnosti vyjadřují požadavky nulové hypotézy. Nulová hypotéza je tvrzení, které obhájí stávající stav, tedy říká, že $\theta = \theta_0$. Z toho vyplývá, že pokud bude naměřená hodnota totožná s očekávanou hodnotou, platí přesně nulová hypotéza. Čím vyšší bude rozdíl mezi očekávanou a naměřenou hodnotou, tím větší

bude odchylka od nulové hypotézy, až do dosažení kritické hodnoty, kdy je nulová hypotéza neplatná.

Jednou z aplikací Chí kvadrát testu je test dobré shody. Tento test slouží k určení absolutní četnosti výskytu, pomocí realizace náhodné veličiny s předpokládaným rozdělením, na předem daných nebo zvolených intervalech. [10]

4. Aplikace zvolených analytických metod na skladovací procesy

Tato kapitola se věnuje aplikaci vybraných analytických metod na skladovací procesy konkrétní letecké údržbové organizace, s cílem tyto procesy optimalizovat (viz kapitola 2). Cílem optimalizace je tedy přesunout maximální možné množství položek ze skupiny "naskladňování dle seznamu předepsaných prací" a skupiny "naskladňování dle nálezových karet" do skupiny "skladových zásob". Jako vhodné metody byly zvoleny ABC analýza a následně Pearsonův test dobré shody. Optimalizace pomocí uvedených analytických metod byla aplikována na údaje získané za jeden kalendářní rok. Prvním krokem bylo zpracování vstupních dat, tedy jejich roztržďení do tří základních skupin dle způsobu naskladňování. Následně na tyto skupiny byla aplikována ABC analýza, s jejíž pomocí byly vyfiltrovány skupiny položek vhodné k dalšímu zkoumání. Před aplikací Pearsonova testu dobré shody bylo nutné položky roztržďit dle četností objednávek za zkoumané období. Pomocí Pearsonova testu dobré shody byly identifikovány položky vhodné pro přesun do skladových zásob. Poslední krok spočíval v určení minimální skladové zásoby, přiřazení cen k vybraným dílům a výpočtu investice nutné k vytvoření minimální skladové zásoby vytipovaných položek.

4.1. Zpracování vstupních dat

Vstupní data byla v souboru, který obsahoval množinu všech objednávek náhradních dílů a materiálu naskladňovaných za rok 2016, tento seznam obsahoval 15 287 položek o celkovém objemu 423 210 kusů dílů.

Příklad vstupních dat je zobrazen v tabulce 3, kdy v prvním sloupci je informace o datum naskladňování dílu, v druhém sloupci se nachází označení dílu (part number), v dalším sloupci je informace o jaký díl se jedná (description), následující sloupec označuje velikost minimální zásoby, předposlední sloupec určuje maximální velikost

skladové zásoby (pokud je vytvořena) a v posledním sloupci se nachází informace, za jakým účelem byl díl naskladněn (viz podkapitola 2.2.1)

REC_DATE	PN	DESCRIPTION	QTY_REC	QTY_MIN	QTY_MAX	TASK_TYPE
4.1.2016	D2527055300200	SPACER ASSY	5,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	642-9833-501	BRACKET ASSY	1,00			FINDING-ENGINES
4.1.2016	NAS682A08	NUT	99,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	BOSTIK-2402/D40	SYNTHETIC RUBBER	1,00			FINDING-SHEET METAL
4.1.2016	RTV1200	PRIMER	1,00			FINDING-ENGINES
4.1.2016	SP1008	PLATE-COVER	3,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	D16748	PLUG	1,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	S202N0003-2	NAMEPLATE	1,00			FINDING-ENGINES
4.1.2016	SP1400	BUNG, RUBBER	2,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	D5754601026200	SEAL-PTFE	2,00			FINDING-EXTERIOR
4.1.2016	POPTAPD33BS	RIVET	12,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	E0088-08-100	LEAD-BONDING	10,00			FINDING-INTERIOR
4.1.2016	EN6114T3-8	BOLT	25,00			FINDING-SHEET METAL
4.1.2016	NAS1097DD5-10	RIVET	520,00	700	1000	FINDING-SHEET METAL
4.1.2016	A225400207-204	BUSHING	3,00			FINDING-INTERIOR

Tabulka 3: Ukázka vstupních dat

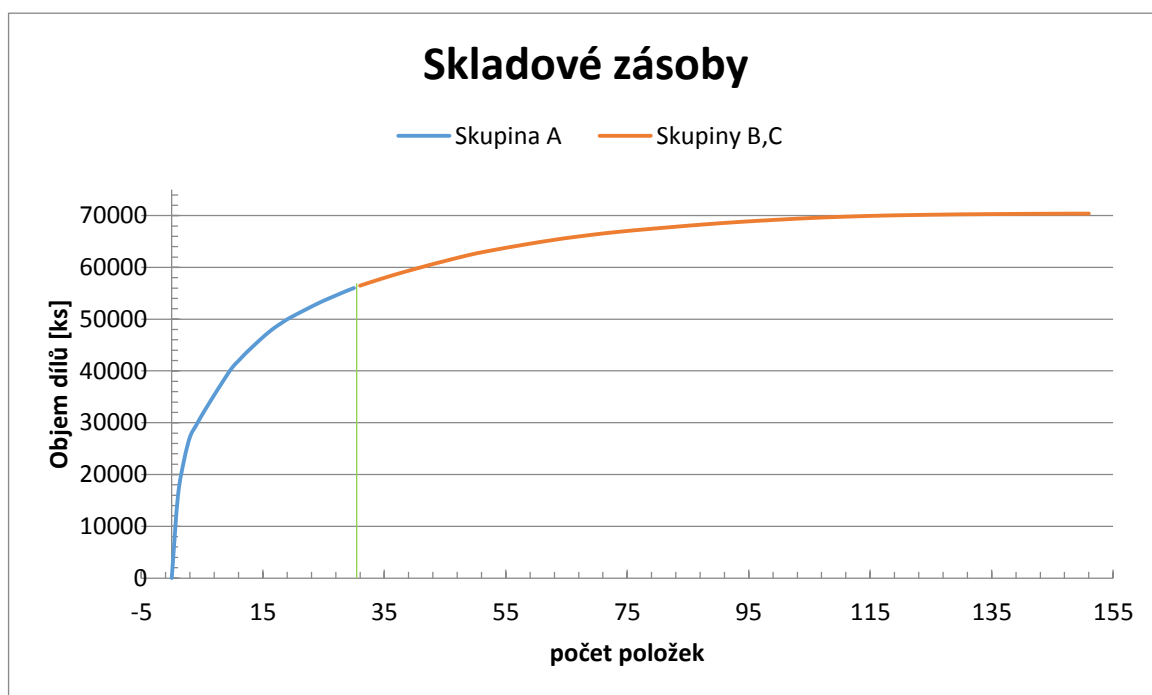
V prvním kroku bylo nutné správné rozřídění zadaných dat do tří skupin v závislosti na skladové logistice údržbové organizace (viz podkapitola 2.2.1). První skupina obsahuje díly udržované na skladě (skladové zásoby). Do druhé skupiny jsou zařazeny díly naskladněné dle seznamu předepsaných prací (díly naskladněné před započítáním údržby). Do poslední skupiny patří díly, které byly naskladněny operativně dle nálezových karet (díly jsou naskladněny v průběhu údržby v závislosti na zjištěných závadách). Podmínka pro aplikaci ABC analýzy je seřazení dat, podle celkového množství použitých dílů za sledované období a jejich utřídění od položky s největším počtem kusů po položku s nejmenším množstvím kusů objednaných za rok.

4.2. Aplikace ABC analýzy

Na takto seřazená data byla aplikována ABC analýza, která rozdělila data na dvě skupiny (teoreticky na tři skupiny A, B a C). Při rozdělování do skupin bylo prioritní, aby skupina A byla tvořena 20% všech položek. Tato skupina obsahuje zhruba 80% všech dílů naskladněných za sledované období. Z tohoto důvodu je skupina A vhodná pro další zkoumání. Zbylých 80% položek je zahrnuto ve skupinách B a C. Skupiny B a C

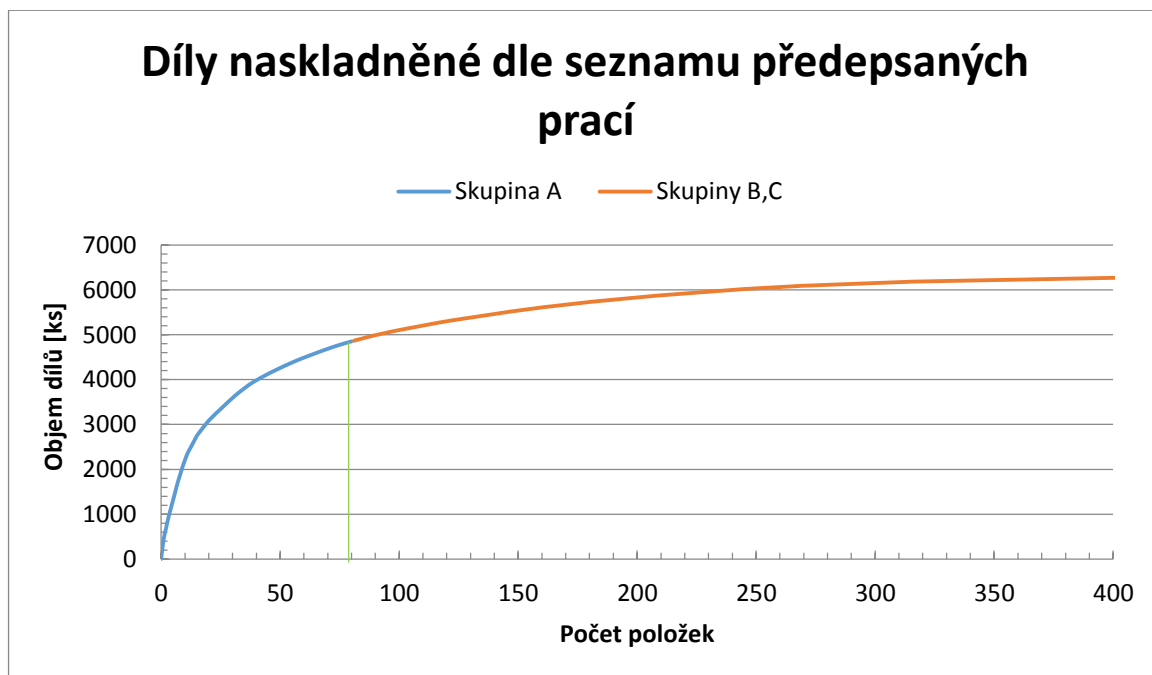
jsou sloučeny z důvodů jejich nízkého podílu na celkovém objemu všech kusů dílů, který tvoří pouhých 20% a z hlediska optimalizace mají jen velmi malý význam. ABC analýza je praktikována na každou skupinu, Lorenzovy křivky jednotlivých skupin jsou vykresleny na obrázku 7, 8 a 9.

Na obrázku 7 je vidět Lorenzova křivka pro díly, které jsou drženy jako skladové zásoby. Z této křivky je možno vyčíst že skupina A identifikovaná pomocí ABC analýzy, obsahuje 30 položek, které obsahují objem 56013 kusů. Skupina A obsahuje 80% z celkového množství kusů naskladněných do skladových zásob za kalendářní rok.



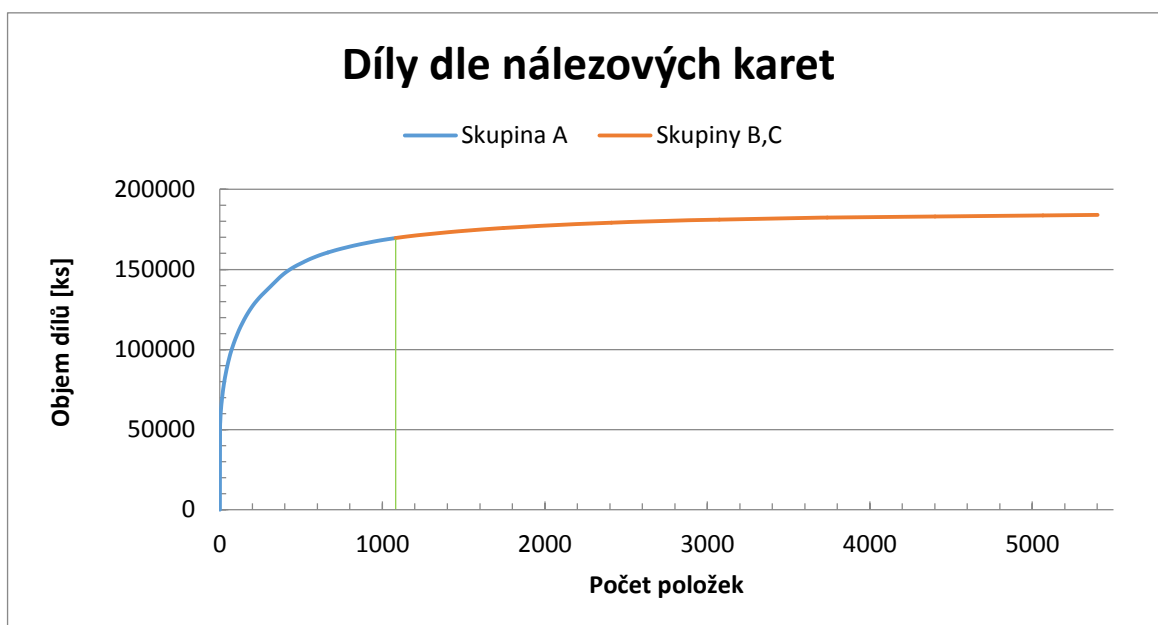
Obrázek 7: Lorenzova křivka skladových zásob

Na obrázku 8 je vidět Lorenzova křivka pro díly naskladněné dle seznamu předepsaných prací, z této křivky je možno vyčíst, že skupina A identifikovaná pomocí ABC analýzy, obsahuje 80 položek, které obsahují objem 4854 kusů. Skupina A obsahuje 77% z celkového množství kusů naskladněných před údržbou za kalendářní rok.



Obrázek 8: Lorenzova křivka dílů naskladněných dle seznamu předepsaných prací

Na obrázku 9 je vidět Lorenzova křivka pro díly naskladněné dle nálezoých karet, z této křivky je možno vyčíst, že skupina A identifikovaná pomocí ABC analýzy, obsahuje 1080 položek, které obsahují 169 589 kusů. Tím pádem skupina A obsahuje 92% z celkového množství kusů naskladněných dle nálezoých karet za kalendářní rok.



Obrázek 9: Lorenzova křivka dílů dle nálezoých karet

4.3. Filtrace dat vybraných ABC analýzou

V dalším postupu bude pracováno pouze s položkami naskladněnými před údržbou a položkami naskladněnými dle nálezových karet. Jedná se o položky, které jsou využívány ve velké míře, ale zároveň nejsou objednávány pravidelně ve smyslu pravidelných objednávek nezávislých na plánu údržby. Položky ve skupinách A, získané ABC analýzou, bylo nutno rozepsat v závislosti na jednotlivých objednávkách.

V dalším postupu byly pomocí kontingenčních tabulek, v programu Microsoft Excel, tyto položky seřazeny podle četnosti objednávek jednotlivých položek v průběhu sledovaného období. Takto seřazená data byla filtrována dle zadané minimální četnosti. Tato četnost vymezuje oblast dílů, které jsou nejčastěji objednávány, jedná se o díly, které jsou vhodné pro další ověření pro zařazení do skladových zásob. Po konzultaci s údržbovou organizací byla stanovena ideální minimální četnost. Pro díly naskladněné dle seznamu předepsaných prací byla stanovena na 4 objednávky za rok. Pro díly naskladněné dle nálezových karet byla stanovena 6 objednávek za rok. Po vyfiltrování této skupiny, zbylo v první kategorii, tedy naskladňování dle balíku předepsaných prací, 26 položek a v druhé kategorii, naskladňování dle nálezových karet, 177 položek.

Tabulka 4 obsahuje výřez z tabulky dílů rozdělených podle četnosti, na které je v prvním sloupci vidět označení dílu (Part number). V dalším sloupci se nachází počet objednávek realizovaných za zkoumané období a v posledním sloupci je barevně odlišeno, zda položka dosahuje požadované minimální četnosti objednávek.

PN	Počet objednávek za zkoumané období	Četnost >6
ABS0692-01	19	
NSA9117-20E	19	
NAS1726-3E	16	
ABS0393-01	14	
J4490	14	
ABS0376-3-30	14	
E0091-10-200NN	13	
M81934-2-11C010	13	
SP1094	13	
4L83-046	12	
D2527104520400	12	
D5347504521400	12	
NAS1790-5R11	12	
238-0319-21	5	
321-010-200-0	5	
321-049-300-0	5	
A2527576300600	5	
A2528652720200	5	
A2528951208200	5	
ABS0307AB2-11	5	
ABS0336-13	5	
ABS0365-3-2B	5	
ABS0376-3-23	5	
ABS0376-3-25	5	
ABS0399A	5	

Tabulka 4: Výřez z tabulky dílů rozdělených podle četnosti objednávek

V dalším kroku musejí být vyfiltrované položky opět rozepsány na jednotlivé objednávky. To znamená, že ke každé položce jsou přiřazeny jednotlivé objednávky s informací o datu objednání a velikosti objednávky (počet kusů dílů). Toto rozepsání je nezbytné pro další postup a následnou aplikaci Pearsonova testu dobré shody.

V tabulce 5 je položka E0091-10-200NN rozepsána na jednotlivé objednávky. V prvním sloupci se nachází datum objednávek, v druhém sloupci je part number, v třetím sloupci je stručný popis dílu, v čtvrtém sloupci je vyčíslena velikost objednávky a v posledním sloupci je popsáno při jaké činnosti byla objednávka uskutečněna.

Datum objednávky	Part number	Popis dílu	Počet kusů		Způsob objednání
25.2.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	3,00		
29.2.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	8,00		FINDING-EXTERIOR
2.3.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	4,00		FINDING-EXTERIOR
18.5.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	4,00		FINDING-EXTERIOR
7.6.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	3,00		FINDING-EXTERIOR
7.6.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	4,00		FINDING-EXTERIOR
15.7.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	1,00		FINDING-EXTERIOR
22.7.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	1,00		FINDING-EXTERIOR
26.7.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	2,00		FINDING-EXTERIOR
29.9.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	1,00		FINDING-EXTERIOR
29.9.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	3,00		FINDING-EXTERIOR
4.10.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	7,00		FINDING-EXTERIOR
5.10.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	4,00		FINDING-EXTERIOR
13.10.2016	E0091-10-200NN	LEAD-BONDING	3,00		FINDING-EXTERIOR

Tabulka 5: Položka rozepsaná na jednotlivé objednávky

4.4. Aplikace Pearsonova testu dobré shody

Po konzultaci s údržbovou organizací bylo dohodnuto, že zkoumané období bude pro aplikaci Pearsonova testu dobré shody rozděleno na čtvrtletí. Pro správnou funkci Pearsonova testu dobré shody, musejí být díly objednány minimálně jednou v každém čtvrtletí. Z tohoto důvodu je potřeba odlišit díly, které toto kritérium splňují a které toto kritérium nesplňují.

V tabulce 6 je zobrazena položka, jejíž jednotlivé objednávky jsou zvýrazněny červeně, tato položka byla objednána v každém čtvrtletí, tím pádem splňuje kritérium popsané výše a je vhodná pro aplikaci Pearsonova testu dobré shody.

15.2.2016	D5334900820000	PLUG	22,00	FINDING-EXTERIOR
25.2.2016	D5334900820000	PLUG	24,00	FINDING-EXTERIOR
26.2.2016	D5334900820000	PLUG	26,00	FINDING-EXTERIOR
18.3.2016	D5334900820000	PLUG	20,00	FINDING-EXTERIOR
26.4.2016	D5334900820000	PLUG	22,00	FINDING-EXTERIOR
7.6.2016	D5334900820000	PLUG	30,00	FINDING-EXTERIOR
13.7.2016	D5334900820000	PLUG	15,00	FINDING-EXTERIOR
29.9.2016	D5334900820000	PLUG	14,00	FINDING-EXTERIOR
4.10.2016	D5334900820000	PLUG	22,00	FINDING-EXTERIOR
13.10.2016	D5334900820000	PLUG	22,00	FINDING-EXTERIOR
7.12.2016	D5334900820000	PLUG	20,00	FINDING-EXTERIOR

Tabulka 6: Položky rozdělené podle objednávek za čtvrtletí

Zatím co v tabulce 7 se nachází položka, která toto kritérium nesplňuje, protože nebyla objednána v posledním tedy čtvrtém čtvrtletí, z tohoto důvodu je nevhodná pro aplikaci Pearsonova testu dobré shody.

26.1.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	10,00	BASIC
10.2.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	1,00	ADDED WORK
15.2.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	4,00	BASIC
22.2.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	10,00	BASIC
24.2.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	1,00	ADDED WORK
16.6.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	1,00	ADDED WORK
8.7.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	1,00	BASIC
8.7.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	13,00	BASIC
21.9.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	10,00	BASIC
21.9.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	20,00	BASIC
22.9.2016	LOTOXANE	SOLVENT DEGREASER/ 1liter	16,00	ADDED WORK

Tabulka 7: Položky rozdělené podle objednávek za čtvrtletí

Dále následovala samotná aplikace Pearsonova testu dobré shody u každé položky (viz příloha). Pomocí tohoto testu je ověřena rovnoměrnost v spotřebě položek (objednávání položek). Výsledkem tohoto testu je hodnota testovaného kritéria χ^2 , tato hodnota musí být menší nebo roven než χ_{krit} , který je popsán v tabulkách. V tomto případě je $\chi_{krit} = 7,8$. Položky, které splňují tuto podmínku, jsou doporučeny k zařazení do skladových zásob, protože se prokázala rovnoměrná spotřeba a spotřeby.

V tabulce 8 je zobrazen příklad Pearsonova testu dobré shody a jeho výsledků u dvou položek. U první položky je hodnota testovaného kritéria $\chi^2 \cong 4,33$ takže splňuje podmínku, že musí být roven nebo menší než kritická hodnota testu χ_{krit} . Z tohoto důvodu je vhodný pro zařazení do skladových zásob. U druhé položky je velikost hodnoty testovaného kritéria $\chi^2 \cong 12,57$, výše popsanou podmínku nesplňuje a z tohoto důvodu je nevhodný pro zařazení do skladových zásob. Její spotřeba není rovnoměrná.

MD21-0011			
	Spotřeba za i.čtvrtletí	Průměrná hodnota za sledované období	Hodnota testovaného kritéria
1. čtvrtletí	9	6	4,333333333
2. čtvrtletí	4	6	
3. čtvrtletí	8	6	
4. čtvrtletí	3	6	
D5725143320200			
	Spotřeba za i.čtvrtletí	Průměrná hodnota za sledované období	Hodnota testovaného kritéria
1. čtvrtletí	16	14	12,57142857
2. čtvrtletí	8	14	
3. čtvrtletí	8	14	
4. čtvrtletí	24	14	

Tabulka 8: Příklad výsledku Pearsonova testu dobré shody

4.5. Doporučení a finanční zhodnocení skladových zásob

Pomocí Pearsonova testu dobré shody bylo doporučeno 34 položek k zařazení do skladových zásob. Všechny položky doporučené k zařazení do skladových zásob jsou zobrazeny v tabulce číslo 9. Po konzultaci s údržbovou organizací je u každé položky určena minimální skladová zásoba a z dat poskytnutých údržbovou organizací doplněna ke každé položce její průměrná cena. Pomocí minimální skladové zásoby a ceny jednotlivých položek je vypočtena investice potřebná k vytvoření minimální skladové zásoby těchto položek. Výše investice potřebné k vytvoření minimální skladové zásoby činí 1 783 301 Kč.

Tabulka 9 obsahuje informace o evidenčním čísle dílu (part number), četnosti objednávek, počtu kusů použitých za rok, hodnotě testovaného kritéria, minimální skladové zásobě, průměrné ceně jednoho kusu dané položky a investice potřebné k vytvoření minimální skladové zásoby jednotlivých položek.

PN	Četnost objednávek	Počet dílů za rok	Hodnota testovaného kritéria	Minimální skladová zásoba	Průměrná cena dílu [Kč]	Investice potřebná k vytvoření skladové zásoby [Kč]
E0091-10-200NN	13	48	2,50	12	67	809
4L83-046	12	43	1,19	11	14156	155 718
D5347504521400	12	21	3,95	6	1051	6 303
321-148-800-0	11	15	2,33	4	3015	12 059
D5463022400000	11	17	3,00	5	3737	18 686
MS20995C-32	11	29	3,69	8	220	1 757
ABS0262-1	10	16	4,50	4	14779	59 117
D5463022400100	10	15	2,33	4	3730	14 920
32595-1	10	26	5,08	7	1017	7 122
C52579B	9	32	3,00	8	5678	45 427
D2557206222800	9	19	2,68	5	5005	25 025
J219P04	9	34	0,12	9	676	6 083
MD21-0011	9	24	4,33	6	2837	17 023
201172712	8	19	3,11	5	2515	12 574
238-0252-505	8	42	2,57	11	25939	285 331
32594-1	8	30	2,53	8	649	5 191
ABS1509A220NN	8	15	6,60	4	329	1 315
C52579C	8	27	0,41	7	15169	106 180
D5754057420200A	8	56	4,43	14	247	3 455
RC3068-2	8	25	7,80	7	31175	218 222
4005-1-011-9006	7	23	5,70	6	59093	354 560
C52587C	7	32	1,00	8	14668	117 346
D2557206228200	7	15	0,73	4	3878	15 510
D5211075820000	7	27	3,37	7	398	2 787
D5323156220000	7	25	3,32	7	5698	39 886
D5537131800000	7	16	2,50	4	7949	31 797
D5725004900000	7	19	4,79	5	3331	16 653
MS14144-6	7	22	6,36	6	270	1 623
320XGE05SA09-13	6	19	5,63	5	21458	107 290
ABS0389A5-2-10	6	50	7,76	13	652	8 476
C51120C	6	20	2,80	5	9557	47 785
D5461009220000	6	19	1,42	5	6744	33 721
DHS781-63-16	6	26	2,62	7	235	1 647
S3225-905	6	27	2,19	7	272	1 903
celková investice potřebná k vytvoření skladových zásob [Kč]						1 783 301

Tabulka 9: Tabulka položek doporučených k zařazení do skladových zásob

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vybrat a aplikovat stávající analytické metody na logistiku údržbové organizace. Jako vhodná analytická metoda byla vybrána ABC analýza a Pearsonův test dobré shody. Tyto zvolené metody byly aplikovány na logistiku údržbové organizace z cíle provést její optimalizaci. Po aplikaci ABC analýzy a Pearsonova testu dobré shody, se podařilo identifikovat 34 položek, z původních 5809 položek, které byli naskladněny firmou Job Air Technic a.s. za kalendářní rok 2016. U těchto položek probíhalo naskladňování rovnoměrně a jejich naskladněné množství bylo vysoké. Zařazením identifikovaných dílů do kategorie skladových zásob může mít za následek snížení časových, popřípadě i finančních ztrát. U dílů doporučených k zařazení do skladových zásob se podařila vhodně zvolit minimální skladová zásoba, díky které se podařilo vypočíst investici potřebnou k vytvoření minimální skladové zásoby těchto dílů. Výše této investice činí 1 783 300 Kč.

Optimální zásobovací logistika letecké údržbové organizace má většinu položek zařazenou do skladových zásob a zbylé položky se naskladňují před započítáním údržby. Jen zanedbatelné procento položek je objednáváno až v průběhu údržby. Z tohoto důvodu je stále vysoký potenciál pro optimalizaci zásobovací logistiky firmy Job Air Technic a.s.

Poděkování

Děkuji panu Ing. V. Grafovi za projevenou ochotu, trpělivost, odborné vedení, pomoc při psaní této bakalářské práce a problémů spjatých s její tvorbou.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. J. Procházkovi, za jeho pomoc při získávání všech potřebných informací.

6. Použitá literatura

- [1] CIBULKA, V. *Logistika II: Logistika zdroj efektivity, produktivity a tržeb výkonnosti podniku*. Trenčín: Univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčine, 2014. ISBN 978-80-8075-732-8.
- [2] CIE s.r.o. *ABC analýza* [online]. C2016, poslední revize 30.12.2016 [cit.2016-12-28]. Dostupné z: <<http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/abc-analyza>>.
- [3] Component Control, *Quantum Control Aviation Software* [online]. C2017, poslední revize 13.3.2017 [cit.2017-02-10]. Dostupné z: <<http://www.componentcontrol.com/products/quantum>>.
- [4] ČSN EN 14943. *Přepravní služby - Logistika - Slovník*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] GRASSEOVÁ, M. Využití SWOT analýzy pro dlouhodobé plánování. *Obrana a strategie* [online]. 2/2006, 2 [cit.2017-02-15]. Dostupné z: <<http://www.obranaastrategie.cz/cs/archiv/rocnik-2006/2-2006/vyuziti-swot-analyzy-pro-dlouhodobé-planovani.html#.WNJ0M1XhDIW>>.
- [6] GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 8024704218.
- [7] GROS, Ivan. *Logistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. ISBN 80-7080-262-6.
- [8] HÝBLOVÁ, P. *Logistika: pro kombinovanou formu studia*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-914-0.
- [9] IFS. *IFS aplikace* [online]. C2017, poslední revize 16.3.2017 [cit.2017-03-16]. Dostupné z: <<http://www.ifsworld.com/cz/>>.
- [10] NAGY, I., PECHERKOVÁ, P. *Statistika* [online]. Praha: ČVUT FD, poslední revize 28.4.2017 [cit.2017-04-28]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/nagyivan/Statistika/Statistika.pdf>

7. Seznam obrázků

- Obrázek 1: Štítek neopravitelného dílu, s. 9
Obrázek 2: Štítek opravitelného dílu, s. 9
Obrázek 3: Evidenční štítek, s. 14
Obrázek 4: Quantum Control Aviation Software, s. 16
Obrázek 5: Lorentzova křivka [2], s. 19
Obrázek 6: Základní rámec SWOT analýzy [5], s. 20
Obrázek 7: Lorenzova křivka skladových zásob, s. 31
Obrázek 8: Lorenzova křivka dílů naskladněných dle seznamu předepsaných prací, s. 32
Obrázek 9: Lorenzova křivka dílů dle nálezových karet, s. 32

8. Seznam tabulek

- Tabulka 1: Typy kondic, s. 12
Tabulka 2: Princip fungování ABC analýzy [6], s. 18
Tabulka 3: Ukázka vstupních dat, s. 29
Tabulka 4: Výřez z tabulky dílů rozdělených podle četnosti objednávek, s. 33
Tabulka 5: Položka rozepsaná na jednotlivé objednávky, s. 34
Tabulka 6: Položky rozdělené podle objednávek za čtvrtletí, s. 34
Tabulka 7: Položky rozdělené podle objednávek za čtvrtletí, s. 35
Tabulka 8: Příklad výsledku Pearsonova testu dobré shody, s. 36
Tabulka 9: Tabulka položek doporučených k zařazení do skladových zásob, s. 37

9. Seznam příloh

- Příloha 1: Základní data obdržená firmou Job Air Technic a.s., cd.
Příloha 2: Rozdělená základní data na 3 skupiny, cd.
Příloha 3: ABC analýza, cd.
Příloha 4: Rozepsané díly po aplikaci ABC analýzy a určení jejich četnosti, cd.
Příloha 5: Určení minimální četnosti, cd.
Příloha 6: Aplikace Pearsonova testu dobré shody, cd.
Příloha 7: Díly doporučené k naskladnění rozepsané bez cen, cd.
Příloha 8: Tabulka dílů doporučených k naskladnění, včetně cen, cd.